Aus dem Zahnärztlichen Institut der Universität Marburg
Direktor: Professor Dr. Hans Fliege

Ist es möglich, supragingivalen Speichelzahnstein durch den Gebrauch einer Zahnpaste zu lösen, und welche klinische Bedeutung kommt den Pasten zu, die im Reagenzglas Zahnstein zu lösen vermögen ?

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde in der Zahnheilkunde der Hohen Medizinischen Fakultät der Philipps-Universität zu Marburg

vorgelegt von

Artur Brünger
Zahnarzt
aus Herford / Westfalen

Marburg a. d. Lahn 1937
Universitäts-Buchdruckerei Joh. Aug. Koch (Dr. C. Hitzeroth)

Angenommen von der Medizinischen Fakultät in Marburg
am 10. Mai 1937.

Referent: Professor Dr. Hans Fliege.

Gedruckt mit Genehmigung der Fakultät.

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Stoffeinteilung.

A. 1. Geschichte der Zahn- und Mundhygiene.
   2. Historische Übersicht über Art und Ziel der bisherigen Zahnpastenuntersuchungen.

B. 1. Was ist Zahnstein?
   2. Arten des Zahnsteins.
   3. Entstehung des supragingivalen Zahnsteins.
   4. Klinische Bedeutung des Speichelzahnsteins.
   5. Entfernung des Speichelzahnsteins
      a) instrumentell,
      b) durch Säuren,
      c) durch Zahnpasten.

C. Eigene klinische Beobachtungen über das Zahnsteinlösungsvermögen der Solvolith-Zahnpaste.

Der Stand der wissenschaftlichen Zahnheilkunde bedingt eine ausgeprägte Zahn- und Mundhygiene, da es einwandfrei feststeht, daß eine solche nicht nur für die Mundhöhle allein, sondern darüber hinaus für den gesamten Organismus von größter Bedeutung ist. Die Mundhygiene ist gerade für die zivilisierten Völker unerläßlich, da deren Zähne nicht der natürlichen Reinigung in dem Maße unterliegen, wie die der Naturvölker, bei denen die Konsistenz der Nahrung den natürlichen Aufgaben der Zähne weitgehend angepaßt ist. Nach Major und Modi haben auch die Naturvölker, und zwar schon in frühester Zeit, Mund- und Zahnpflege getrieben. Nach Major benutzten die asiatischen Völker schon jahrhundertelang Zahnbürsten aus Pflanzenfasern, und Modi berichtet, daß die Inder die Betelnußblätter kauen, um die Speichelsekretion zu verstärken und die Widerstandskraft des Zahnfleisches zu erhöhen.

Nach Major schenkte man der Zahn- und Mundhygiene in Europa erst sehr spät die nötige Aufmerksamkeit. Um das Jahr 1750 wurde die Zahnbürste in Europa eingeführt. Um die mechanische Reinigungskraft zu erhöhen, benutzte man in späteren Jahren feine Schlemmkreide, pulverisierten Bimstein, Kieselsalze, fein zermahlene Austernschalen, Weinstein und Lindenkohle. — Da sehr bald ein großer Verbrauch dieser Mittel von Seiten des Publikums festzustellen war, begannen die chem.-pharm. Fabriken mit der Herstellung von Pulvern und Pasten zur Zahnpflege, deren Wirksamkeit zunächst nur auf den in ihnen enthaltenen, oben angeführten Bestandteilen beruhte. Große Mengen von Zahn- und Mundpflegemittel wurden mit geschickter Propaganda auf den Markt geworfen, ohne daß eine wissenschaftliche Prüfung über ihre Brauchbarkeit vorausgegangen wäre. Behauptungen, daß der Gebrauch dieser Zahnpflegemittel die Zahnfäulnis verhüte, die Mundhöhle desinfiziere und die farbigen, sowie kalkigen Beläge entfernen könne, entbehrten jeder stichhaltigen Begründung. Da aber in der Fachwissenschaft im Laufe der Jahre über die Wirksamkeit und Unschädlichkeit der Zahnpulver und Pasten viel Meinungsverschiedenheiten auftauchten, begann man kurz vor dem Weltkriege damit, die Zahnpflegemittel experimentell zu untersuchen. — Zunächst, angeregt durch die vielmals beobachteten keilförmigen Defekte im Zahnschmelz nach Gebrauch von Zahnpflegemitteln, wandte man die Aufmerksamkeit auf die in den Zahnpulvern und Pasten vorhandenen, zur mechanischen Reinigung

dienenden Schleifmittel, die meist auch die Pastengrundlage bildeten. (Schlemmkreide, Bimstein, Lindenkohle usw.)

In dieser Richtung haben vor allem Schönbeck, Gregor, Jung, Beck, Kösters und Scholle mikroskopische, ferner Naeslund tierexperimentelle Untersuchungen angestellt.

In der zahnärztlichen Literatur finden sich zahlreiche Angaben über Beobachtungen und Experimente mit Zahnpasten hinsichtlich ihrer bakteriziden Wirkung. Hier seien erwähnt die Arbeiten von Leo, Bassenge-Selander, Miller, Fromme, Blessing, Benninghof-Knap und Latté. Systematische Untersuchungen von Zahnpflegemitteln sind u. a. von Beck, Kösters und Scholle ausgeführt worden.

Beck stellt vor Beginn seiner Untersuchungen zunächst klar, welche Anforderungen an Zahnpasten zu stellen sind. Die Mittel sollen die Zahnpflege mit Wasser und Zahnbürste unterstützen. Sie sollen Nahrungsmittelreste, Beläge und Zahnstein entfernen, sowie Zahnsteinansatz verhüten. Die an Zahnpasten zu stellenden Anforderungen sind: 1. Die Weichteile und Hartgebilde des Mundes dürfen nicht beschädigt werden. 2. Die Pasten müssen mechanische Reinigungskraft besitzen. 3. Beläge und Zahnstein müssen aufgelöst oder wenigstens aufgelockert werden. — Der angenehme Geschmack, die erfrischende und dorisierende Wirkung der Pasten sind von untergeordneter Bedeutung. Eine desinfizierende Kraft wird man heute von einer Paste kaum noch verlangen, da man weiß, daß eine „Sterilisation" der Mundhöhle unmöglich ist, und andererseits die Bakterienflora der Mundhöhle für den Gesamtorganismus durchaus notwendig ist. — Die Hauptforderungen an ein Zahnpflegemittel sind, um dies noch einmal herauszustellen, die mechanische Reinigungskraft und das Vermögen Zahnstein zu lösen.

Die Versuche über die mechanische Reinigungskraft haben, den meisten Autoren zufolge, ein gutes Resultat ergeben. Dagegen hat eine Prüfung der Pasten auf ihre zahnsteinlösende Wirkung widersprechende Ergebnisse gezeigt. — Bevor ich näher auf diese eigentliche Frage meiner Arbeit eingehe, muß geklärt werden, was wir heute unter „Zahnstein" verstehen, und wie seine Entstehung zu denken ist. Nur wenn seine Zusammensetzung und Entstehung bekannt ist, kann ein wirksames Mittel zu seiner Bekämpfung gefunden werden.

Unter dem Sammelbegriff „Zahnstein" versteht man jene kalkigen Niederschläge an den Zähnen, die in der Mundhöhle vieler Patienten beobachtet werden. Rein visuell sind mehrere Arten von Zahnstein zu unterscheiden. Der Farbe nach kann man grob schematisch einen weißlich-gelb-braunen und einen schwarzgrün bis schwarzen Zahnstein unterscheiden. Der hellere Zahnstein ist von weicher Konsistenz, hat eine wenig große Dichte und läßt

sich leicht in unregelmäßigen Stücken entfernen. Er ist meist, wie die weißen Beläge, an Stellen solcher Zähne zu finden, die vom Kauakt nicht getroffen werden, infolgedessen der Selbstreinigung nicht zugängig sind, wie z. B. beim offenen Biß, bei fehlendem Antagonisten, bei Stellungsanomalie und bei kariösen Zähnen. Dieser Zahnstein lagert sich in großer Masse in glatten Schichten um den supragingivalen Teil der Zahnkrone. Die Ablagerung beginnt am Zahnfleischrand und wächst nach der Krone zu. Prädilektionsstellen sind die lingualen Flächen der unteren Frontzähne und die buccalen Flächen der oberen Molaren. Die Schnelligkeit der Bildung ist verschieden. Der sich rasch bildende Zahnstein ist hell, weich und sehr porös, während der langsamer wachsende verfärbt, härter und kompakt ist, und in geringer Menge auftritt.

Der schwarz-grüne Zahnstein, in der Fachliteratur auch als „Konkrement" bezeichnet, ist sehr hart und hat eine große Dichte. Das Konkrement sitzt an den Stellen der Zähne, die früher von Zahnfleisch bedeckt waren oder subgingival in einer pathologischen Zahnfleischtasche. Das Konkrement lagert sich schuppenförmig auf die Zahnwurzel auf. Es hat im Gegensatz zu dem supragingivalen Zahnstein keine glatte Oberfläche, sondern ist stark zerklüftet. Die mechanische Entfernung der Konkremente ist infolge ihrer Härte und ihres festen Anhaftens an der Wurzel schwierig.

In meinen bisherigen Ausführungen über Zahnstein habe ich zwischen supragingivalem und subgingivalem Zahnstein oder Konkrement unterschieden. Diese Einteilung wurde zum ersten Mal von Arkövy getroffen. Black, Bödecker, Euler, Brammer, Senn und Landgraf stehen auf dem gleichen Standpunkt, während Miller, Jung, Michel, Römer und Sachs diese Einteilung ablehnen und nur vom Zahnstein schlechthin sprechen. (Zitiert nach Brammer.)

Bevor ich näher auf die Entstehung der Zahnsteinablagerungen eingehe, möchte ich kurz feststellen, welche Substanzen im Zahnstein vorhanden sind und in welchem Verhältnis sie zueinander stehen. Als mittlere Werte, die Sachs aus den Ergebnissen der quantitativen Zahnsteinanalysen von Vergne, Hoppe-Seiler und Freeman gezogen hat, dürfen wir heute für 100 Teile etwa folgende annehmen:

Calciumphosphat ($Ca_3(PO_4)_2$)	60
Organische Substanz u. Alk. Salze	25
Calciumcarbonat ($CaCO_3$)	8
Eisenphosphat ($FePO_4$)	7
Siliciumdioxyd	in Spuren

Der Zahnstein ist keine chemische Verbindung, sondern ein mechanisches Gemenge. (Zitiert nach Türkheim.) Der Hauptbestandteil des Zahnsteins ist anorganischer Natur.

Alle Forscher, die sich mit der Entstehung des Zahnsteins beschäftigt haben, sind darin einig, daß die im supragingivalen Zahnstein enthaltenen Salze aus dem Speichel stammen. Nach Wittkop sind überhaupt alle im menschlichen Körper vorkommenden Konkremente und Niederschläge aus Körperflüssigkeit (Blut, Lymphe, Sekreten, Exkreten) entstanden. Die Tatsache, daß Zähne, welche Speicheldrüsenausführungsgängen gegenüberliegen, am meisten mit Zahnstein belegt sind, spricht dafür, daß die Kalksalze, die im Zahnstein vorhanden sind, aus dem Speichel stammen. Man nennt daher den supragingivalen Zahnstein auch Speichelzahnstein. Bezüglich der organischen Bestandteile des Speichelzahnsteins bestehen heute ebenfalls keine Unklarheiten mehr. Es sind dies abgeschilferte Epithelien, Speichelkörperchen, Mikroorganismen, Mucinniederschläge, Speisereste und Fremdkörper. Diese einzelnen Bestandteile sind unter dem Begriff „weißer Zahnbelag" oder „Materia alba" zusammengefaßt. Diesen weißen Zahnbelag findet man in jeder, auch in der gepflegten Mundhöhle.

Die meisten Theorien über die Entstehung des Speichelzahnsteins fußen darauf, daß der weiße Zahnbelag die Grundlage oder das Gerüst für die Inkrustation durch die Kalksalze bildet.

Waren alle Forscher darin einig, daß die Salze des supragingivalen Zahnsteins aus dem Speichel stammen, so divergieren die Ansichten darüber, in welcher Art die im Speichel gelösten Salze zur Ausflockung und zum Niederschlag kommen.

Bisher hat man in den Speicheldrüsen und ihren Ausführungsgängen noch keine Bildung von Konkrementen feststellen können. Die im Speichel vorhandenen Salze haben im Speicheldrüsensystem nicht die Neigung, Niederschläge zu bilden, obwohl sie auch dort, wie später in der Mundhöhle, eine übersättigte Lösung darstellen.

Sachs erklärt die Ausflockung der Kalksalze beim Austritt des Speichels in die Mundhöhle dadurch, daß beim Atmen und Sprechen Speichelflüssigkeit verdunstet und die Salze aus dem eingedickten Speichel ausfallen. Ferner sollen schon durch die unregelmäßige Erschütterung beim Sprechen die Salze aus der übersättigten Speichelflüssigkeit ausfallen.

Dagegen sprechen Versuche von Becks und Mathis, die keine Übersättigung des Speichels mit Kalksalzen feststellen konnten.

Nach Miller und Bastyr werden die Salze des Speichels im Speicheldrüsensystem durch CO_2 in Lösung gehalten. Bei Austritt des Speichels in die Mundhöhle wird das CO_2 an die Luft abgegeben und die Salze fallen aus.

In den letzten Jahren hat man vom kolloidchemischen Standpunkt die Bildung des Zahnsteins untersucht.

Nach Priester sind das Calcium carbonicum und das Calcium phosphoricum als Suspensionskolloide im Speichel gelöst. Wenn man solchen Lösungen einen Bodensatz desselben oder eines anderen Salzes gibt, oder sobald sie eine Unterlage haben, die Rauhigkeiten aufweist, so stellt man fest, daß aus ihnen die Salze als Kristalle ausfallen. Als Rauhigkeit oder Bodensatz dienen in der Mundhöhle die zwischen den Zähnen haftenden Speisereste und Beläge.

Nach Schoenbeck ist die Zahnsteinbildung als ein kolloidchemischer Prozeß aufzufassen. Der Zahnstein ist das Ausflockungsprodukt einer kolloidalen Lösung. Die Ausflockung der Salze kommt durch eine Störung der Eiweißwirkung (Eiweiß soll größere Mengen von Salzen in kolloidalem Zustand in Lösung halten können), z. B. durch Änderung der H bezw. OH Jonenkonzentration, zustande.

Auch Wittkop hält die Zahnsteinbildung für einen kolloidchemischen Vorgang. Er gibt dafür folgende Erklärung: Einen festen Stoff kann man in einer Flüssigkeit bis zu einer gewissen Grenze, dem Sättigungspunkt, lösen. Weiter hinzugefügte feste Stoffe bleiben ungelöst. Durch Erwärmen kann man jedoch den Grad der Löslichkeit erhöhen. Es entsteht eine „übersättigte" Lösung. Diese Lösung kann bei nachfolgender Abkühlung ihre höhere Konzentration beibehalten. Eine geringe Erschütterung oder das Hinzufügen eines kleinen Kristalles bewirkt ein Ausfallen bis zur Löslichkeitsgrenze.

Nach Versuchen von Rona (zitiert nach Wittkop) haben schwerlösliche Salze, wie z. B. $CaCO_3$ und $CaSO_4$, im Blute und Speichel eine fünffach höhere Löslichkeit als im Wasser.

Pauli und Samec (zitiert nach Wittkop) erklären diese starke Übersättigung durch die Anwesenheit von Eiweißkörpern.

Während wässerige übersättigte Lösungen leicht auf den normalen Sättigungsgrad zu bringen sind, gelingt dies bei den Körperflüssigkeiten nicht. Bringt man eine Anzahl Keime (Stoffe von gleicher Beschaffenheit, wie die in der Flüssigkeit gelösten) in die Körperflüssigkeit, so erfolgt zwar eine Ausflockung, jedoch nicht bis zur Normallösung. Diese Stabilisierung, die bei den Körperflüssigkeiten eintritt, bewirkt ein Faktor, das „Kolloid". — Auf den Begriff „Kolloid" kann ich im Rahmen dieser Arbeit nicht

näher eingehen. Falsch wäre es jedoch, aus dem vorher Gesagten zu schließen, daß kolloidale Lösungen als solche auch stets stabile wären. Sie können jedoch stabilisiert werden durch Stoffe wie Gelatine, Leimarten, Glycerin, Seifen, Eiweiße u. a. Diese, meist organische Stoffe, umhüllen z. T. die gelösten (anorganischen) Teilchen und verhindern deren Vereinigung. Man bezeichnet sie deshalb als „Schutzkolloide". Diese sind normalerweise in allen Körperflüssigkeiten reichlich vorhanden.

Den Beweis für die Kolloidität des Speichels erbrachte Wittkop durch das sogenannte Tyndallphänomen, worauf ich hier nicht näher eingehen kann.

Das Ausfallen der Salze aus dem Speichel in der Mundhöhle trotz der vorhandenen Schutzkolloide erklärt Wittkop wie folgt: Durch die Luftkohlensäure wird die leicht alkalische Reaktion des Speichels in der Mundhöhle nach der sauren Seite verschoben. Dadurch flocken die Eiweißstoffe aus. Die Schutzkolloidwirkung ist damit aufgehoben. Die Kalksalze des Speichels fallen, wie in einer wässerigen Lösung, bis zur Sättigungsgrenze aus.

Lichtwitz und Heinemann geben eine andere Erklärung, die besagt, daß durch krankhafte Veränderungen der Gewebe und Flüssigkeiten, sowie durch entzündliche Prozesse des Gewebes die Schutzkolloide zur Gerinnung gebracht werden.

Aus den vorhergegangenen Betrachtungen ist ersichtlich, daß wir heute noch nicht wissen, ob es sich bei der Entstehung des Speichelzahnsteins um einen rein kolloidchemischen Prozeß handelt oder um eine, der Zusammensetzung des Zahnsteins entsprechende, an Calciumphosphat und Calciumcarbonat einfach übersättigte Lösung des Speichels.

Nun möchte ich noch kurz auf die schädigenden Einflüsse und Folgen der Zahnsteinbildung eingehen.

Die Ansicht, daß Zahnstein eine harmlose oder sogar nützliche Erscheinung sei (Kariesschutz!), wird heute wohl in Fachkreisen nicht mehr anzutreffen sein.

Der Zahnstein bietet sehr oft, besonders in den Interdentalräumen, Retentionsstellen für Speisereste und leistet somit der Karies Vorschub. Die im weichen Zahnstein durch Gärung gebildete Milchsäure entkalkt vielfach am Zahnhals den Schmelz. Wir sehen kreidige Verfärbung als erstes Anzeichen der Karies.

Viel schwerer sind jedoch die Schädigungen, die der Speichelzahnstein auf Gingiva und Mundschleimhaut ausübt. Der fortwährende Reiz auf die Schleimhaut hat Hyperämie der Gingiva und chronischen Schleimhautkatarrh zur Folge. So können die verschiedenartigsten Krankheitsbilder entstehen, die wir als Gingivitiden bezeichnen. Genannt seien hier Ging. marg., Ging. calc.,

Ging. atroph. und Ging. ulc. — Bei Nichtbehandlung der Gingivitiden führt der kontinuierliche Reiz des supragingivalen Zahnsteins auf den marginalen Rand der Gingiva zur Entzündung und schließlich zur Ulcusbildung. Das Ulcus begünstigt die Entstehung der subgingivalen Konkremente und damit die Entstehung der pathologischen Zahnfleischtasche. Zerstörungen und Atrophie ergreifen das gesamte Paradentium. Die Alveolarwand kann bis zur Wurzelspitze abgebaut werden. Dadurch werden die in dem Krankheitsbereich stehenden Zähne gelockert. Das gesamte Krankheitsbild wird heute in der Fachliteratur als Paradentose bezeichnet.

Auch wenn die oben geschilderten Krankheitsbilder bei Anwesenheit von Zahnstein klinisch nicht festzustellen sind, muß der Zahnstein aus prophylaktischen Gründen stets entfernt werden. Zur Beseitigung des Zahnsteins dienen zwei Methoden, die mechanische und die chemische. Zur mechanischen Entfernung des Zahnsteins dienen die Zahnsteinentfernungsinstrumente. Solche Instrumente, meist in Instrumentensätzen herausgebracht, sind von Neumann, Bates, Howe, Sturridge, Hearn, Tompkins und Younger angegeben oder konstruiert worden.

Jeder, der einmal instrumentell Zahnstein entfernt hat, weiß, wie zeitraubend und schwierig, vor allem bei hartem Zahnstein eine exakte Beseitigung ist. Verschiedene Forscher haben versucht, auf chemischem Wege eine Lösung des Zahnsteins zu erreichen. Dies ist einmal durch die Auflösung der anorganischen Teile, der Kalksalze, zum anderen durch Lösung der organischen Bestandteile des Zahnsteins möglich. So hat man z. B. kalklösende Säuren verwandt. Diese werden aber auch gleichzeitig die Hartsubstanz des Zahnes selbst angreifen. Durch Verätzung werden Schlupfwinkel für Bakterien und Rauhigkeiten für neuen Zahnsteinansatz am Zahn geschaffen. Nach Rebel haben solche lösenden Säuren vor allen Dingen Younger in der 60-prozentigen Milchsäure, Head in dem Ammoniumsalz der Flußsäure und Römer in der Ameisensäure angewandt.

Die Zerstörung des Zahnsteins durch Einwirkung auf die organischen Bestandteile wird durch Stoffe erreicht, die eine Dehydrierung der organischen Massen des frischen Zahnsteins bewirken, das Gefüge der Inkrustation lockern oder die organischen Stoffe auflösen. Hierbei ist eine Schädigung der Zähne ausgeschlossen. Eine solche Methode der Bekämpfung kann allerdings nur Erfolg haben, wenn sie täglich regelmäßig durchgeführt wird, sodaß keine Verkittung und Bildung von harten Inkrustationen zu Stande kommt, welche eine chemische Beseitigung aussichtslos machen.

Die sich immer mehr entwickelnde pharm.-chemische Industrie hat in den letzten Jahren eine Anzahl Zahnpasten auf den

Markt gebracht, von denen behauptet wird, daß sie zahnsteinlösende Wirkung haben.

An dieser Stelle möchte ich kurz allgemein auf die Zusammensetzung der Zahnpasten zu sprechen kommen. Alle Pasten enthalten Schleifmittel, Mittel zur Herstellung und Wahrung der Pastenform, Geschmacks- und Geruchskorrigentien und spezielle, ihre Wirkung angeblich charakterisierende Zusätze.

Nach Heimerl finden sich in den verschiedenen Zahnpasten folgende Schleifmittel: Calcium carbonicum ($CaCO_3$), Calcium carb. praecipitatum oder Schlemmkreide, Magnesia carbonica, Natrium carbonicum, Calcium chloricum, und Bolus alba oder weißer Ton.

Zur Herstellung und Wahrung der Pastenform dienen: Glycerin, Fett, Alkohol, Sapo medicatus in neutraler oder überfetteter Form.

Geschmacks- und Geruchskorrigentien sind vor allem ätherische Öle, z. B. Ol. Menth. pip. und Ol. Eucalypt. Spezielle Zusätze sind: Thymol, chlorsaures Kali, Jod, Sauerstoff abspaltende Mittel, radioaktive Substanz. Zusätze, die eine zahnsteinlösende Wirkung ausüben sollen, sind: Zitronensaure Salze, Salze der Benzoesäure, das Emser Salz und das Karlsbader Salz. — Es ist verständlich, daß die Pasten, die eine zahnsteinlösende Wirkung haben sollen, in der Fachwissenschaft großes Interesse erregten und bezüglich ihrer zahnsteinlösenden Wirkung mannigfaltigen Untersuchungen unterzogen wurden. — Einige Autoren glauben, allen Pasten eine zahnsteinlösende Wirkung absprechen zu müssen, während andere bei Gebrauch dieser oder jener Paste eine Lösung des Zahnsteins beobachtet haben wollen. Eine Durchsicht der zahnärztlichen Literatur ergibt sehr widersprechende Ansichten und Angaben. Zunächst möchte ich auf die Arbeiten der Autoren eingehen, die den Gebrauch einer Paste zur Zahnsteinlösung ablehnen oder sogar für schädlich halten.

Als erster ist hier Priester zu nennen. Er macht der Industrie, die ihre Pasten mit der Parole der zahnsteinlösenden Wirkung auf den Markt bringt, den Vorwurf, daß sie ihre Produkte dem Publikum anbieten, ohne darüber klar zu sein, ob eine Schädigung der Zahn- und Mundgewebe durch die Pasten entstehen kann. Die Auflösung des Zahnsteins durch Pasten gehört zur chemischen Methode der Bekämpfung. Es werden entweder die anorganischen oder organischen Bestandteile des Zahnsteins zur Auflösung gebracht. Die Kalksalze werden meist durch Säuren gelöst. Dabei kann aber auch gleichzeitig die Hartsubstanz des Zahnes angegriffen werden.

Bei dem Versuch, die organischen Bestandteile des Zahnsteins zu lösen, — was durch Karlsbader oder Emser Salz möglich sein soll — kann es, nach Ansicht von Priester, nicht ausbleiben,

daß auch die organischen Bestandteile des Zahnfleisches eine Schädigung erfahren.

Auch Kantorowicz schreibt in seiner „Klinischen Zahnheilkunde" über die sogenannten zahnsteinlösenden Pasten, daß keines der von ihm geprüften Mittel seinen eigentlichen Zweck erfülle. Die schnelle oder allmähliche Auflösung des Zahnsteinansatzes könne mit keinem der chemischen Lösungsmittel ohne Schädigung der Zahnsubstanz oder des Zahnfleisches erzielt werden. Zur Unterstützung seiner theoretischen Erwägungen zieht Priester folgende klinischen Beobachtungen heran: Von 100 seiner Patienten, die Zahnpulver, Zahnpasten, und Zahnseifen zur Zahnpflege verwandten, wiesen 90 Prozent Zahnstein und andere Beläge auf. Priester zieht nun den Schluß, daß hier ein ursächlicher Zusammenhang besteht. Alle Zahnpflegemittel, die feste, unlösliche Bestandteile enthalten, fördern den Zahnsteinansatz und verfehlen daher ihren Zweck.

Einen ähnlichen extremen Standpunkt nimmt Grotte ein. Er weist darauf hin, daß beim Putzen der Zähne mit Zahnbürste und Zahnpaste die mechanischen Schleifmittel der Pasten in die Interdentalräume und Zahnfleischtaschen eingerieben werden und dort Entzündungen und Ansatz von Zahnstein hervorrufen können. Grotte lehnt deshalb die Zahnpflege mit Pasten grundsätzlich ab.

Der gleichen Meinung ist auch Major, der festgestellt haben will, daß die Zahnpasten unter Zutritt von Speichel einen schmierigen, zähen Niederschlag von teigiger Konsistenz bilden, der sich in den Interdentalräumen absetzt und der Bildung von Zahnstein Vorschub leistet.

Die Beobachtungen von Major werden anscheinend durch die Versuche von Scholle über das Verteilungsvermögen von verschiedenen Zahnpasten in Wasser und Speichel bestätigt. Bei Verreibung der Pasten im Speichel wie auch im Wasser bildete sich ein dicker Brei. Nur von 2 Pasten nimmt Scholle an, daß die nach dem Putzen der Zähne entstandenen Verklumpungen sich durch Mundspülen wieder aus den Interdentalräumen entfernen lassen.

Auch Naesland behauptet in seinen tierexperimentellen Arbeiten — er behandelte die Schneidezähne von Kaninchen mit verschiedenen Zahnpasten —, daß kleine Pastenteile am marginalen Rand des Zahnfleisches und in den Zahnfleischtaschen steckenblieben und dort Entzündungen sowie Zahnsteinbildung begünstigten. Wie Major und Grotte verwirft Naeslund die Zahnpflege mit Pasten.

Gegen die Ansicht von Grotte, Major und Naeslund kann man einwenden, daß bei kräftiger, jedoch sachgemäßer

Verreibung mit der Zahnbürste die meisten Pasten in der Mundhöhle keinen zähen Brei bilden, sondern ihre Bestandteile emulsionsartig verteilt werden. Durch energisches Mundspülen können die in den Interdentalräumen steckengebliebenen Teilchen entfernt werden.

Die Eigenschaft, zahnsteinlösend zu wirken und den Ansatz von Zahnstein zu verhüten, wird in der Propaganda fast allen Zahnpasten nachgesagt und von diesem oder jenem Autor der einen oder anderen Paste zugesprochen.

So schreibt Polland der Chlorodont-Zahnpaste wegen ihrer hohen Polierkraft, die durch eine äußerst feine Körnung bedingt ist — nach den mikroskopischen Untersuchungen von Scholle enthält Chlorodont zahlreiche große Kristalle !! —, die Fähigkeit zu, beginnenden Zahnsteinansatz abzuschleifen, ohne den Schmelz des Zahnes zu verletzen.

Wendt-Dimkowa haben die Kolynos-Zahnpaste auf ihre zahnsteinlösende Wirkung untersucht. Zu ihren Versuchen haben sie stets sehr harten Speichelzahnstein von verschiedenen Patienten benutzt. — Im ersten Versuch wurde der Speichelzahnstein in verschieden großen Stücken in eine 10prozentige Kolynos-Suspension gebracht und 48 Stunden im Brutschrank bei 37 Grad belassen. Das durch Abfiltrieren wiedergewonnene Zahnsteinmaterial war jetzt außerordentlich mürbe, leicht bröckelnd und ließ sich in der Pinzette mit ganz geringer Kraft zu Brei zerdrücken. — In einem zweiten Versuch wurde ebenfalls wieder sehr hartes Speichelzahnsteinmaterial benutzt, das diesmal in zwei Hälften geteilt war. Die eine Hälfte wurde in einer 10prozentigen Kolynos-Suspension bei 37 Grad für 3 Tage in den Brutschrank gebracht, während die andere Hälfte 3 Tage unter den gleichen Bedingungen in physiologische Kochsalzlösung gebracht wurde. Auffälligerweise zeigte das durch Abfiltrieren gewonnene Material jetzt keinen Unterschied in der Konsistenz. In einem weiteren, in der gleichen Weise durchgeführten Versuch mit hartem Zahnstein war das durch Filtration aus der Kolynos-Suspension wiedergewonnene Zahnsteinmaterial sehr mürbe und leicht zerquetschbar. Das Kontrollmaterial aus der physiologischen Kochsalzlösung hatte seine ursprüngliche Härte und Sprödigkeit beibehalten.

Die widersprechenden Ergebnisse aus den beiden letzten Versuchen erklären sich Wendt-Dimkowa dadurch, daß bestimmte Unterschiede in der chemischen Zusammensetzung des harten Speichelzahnsteins vorhanden sind, welche die mehr oder weniger große Angreifbarkeit des Zahnsteins durch Kolynos bestimmen. — Wendt-Dimkowa lassen die Frage, ob die Kolynos-Zahnpaste zahnsteinlösende Wirkung besitzt oder als Prophylaktikum gegen Zahnsteinbildung von klinischer Bedeutung ist, offen.

Nach Mamlok sind die Zusätze in Pasten, die der Zahnsteinlösung dienen sollen, überflüssig, wenn nicht sogar schädlich. Mamlok stützt sich dabei auf folgende Theorie Heinemanns, die dieser aus zwei vereinzelten klinischen Beobachtungen — er fand einen Schneidezahn mit angeborener Zahnsteinbildung und einen Speichelstein im Ductus Whartonianus. — glaubte aufstellen zu können: „In einer Mundhöhle mit gesunder, normal durchbluteter Schleimhaut, wo die Epitheldesquamation die physiologischen Grenzen der Epithelerneuerung nicht übersteigt, findet ein Zahnsteinansatz nicht statt, da die in physiologischer Menge abgestoßenen Epithelien vom Speichel fortgeschwemmt oder vom Kauakt fortgewischt werden und daher keine Gelegenheit haben, sich am Zahn anzusetzen und sich mit Kalksalzen zu inkrustieren. Besteht aber ein Schleimhautkatharrh in der Mundhöhle, überschreitet also die Epitheldesquamation wesentlich die physiologischen Grenzen, so bleiben die zusammengesinterten, nekrotischen Epithelien zum großen Teil an der Prädilektionsstelle des Zahnes, am Zahnhals, kleben und werden dort von den Kalksalzen aus dem Speichel inkrustiert; wir haben den Zahnstein.“ (Zitiert nach Sachs.)

Mamlok zieht aus dieser Theorie die Schlußfolgerung, daß eine Zahnpaste, welche den normalen Zustand des Zahnfleisches und der Mundhöhlenorgane zu erhalten vermag, den Ansatz von Zahnstein verhindert. Nach Mamlok erfüllt die Doramad-Zahnpaste die eben gestellte Forderung. Die in ihr enthaltene radioaktive Substanz soll den Schleimhautzerfall einschränken, und damit den Kalksalzen das notwendige Gerüst für die Inkrustierung entziehen.

Aus meinen, an anderer Stelle dieser Arbeit gebrachten Ausführungen über die Zusammensetzung des Zahnsteins geht hervor, daß die organischen Substanzen des Zahnsteins nicht nur aus Epithelzellen, sondern auch aus Speiseresten, Mikroorganismen und Fremdkörpern sowie dem Pilzrasen auf der Membran Nasmyth, bestehen. Nehmen wir einmal an, daß durch die Mundpflege mit Doramadzahnpaste die Abschilferung der Epithelzellen eingeschränkt wird, so kann es ungeachtet dessen durch die alleinige Inkrustierung von Speiseresten, Fremdkörpern, Mikroorganismen, Mucinniederschlägen und Speichelkörperchen zur Zahnsteinbildung kommen. Ferner wäre der Ansicht von Heinemann, die sich Mamlok zu eigen gemacht hat, entgegenzusetzen, daß in den allermeisten Fällen in Mundhöhlen, in denen klinisch keine pathologischen Vorgänge festzustellen sind, wo also nur die physiologische Epitheldesquamation vor sich geht, der weiße Zahnbelag, der zur Inkrustation der Kalksalze dient, vorhanden ist. Auch die Frage, ob es stimmt, daß alle in physiologischen Mengen abgestoßenen Epithelien vom Speichel fortge-

schwemmt oder vom Kauakt fortgewischt werden, wie Heinemann behauptet, möchte ich offenlassen. — Inwieweit die radioaktive Substanz wirklich in der Lage ist, die Epitheldesquamation einzuschränken, kann ich nicht beurteilen.

Nach Sachs ist jedenfalls durch die Doramad-Paste der Beweis hierfür noch nicht erbracht worden. — Ich halte daher die Ansicht von Mamlok, daß Zahnsteinlösemittel überflüssig sind, nicht für richtig.

Die Industrie hat nun eine kleine Anzahl von Zahnpflegemitteln herausgebracht, deren dominierende therapeutische Eigenschaft die Auflösung des Speichelzahnsteins sein soll.

Zu diesen Mitteln gehört das Emsolith-Zahnpulver, die Trauner-Paste, die Litho-Paste und die Solvolith-Zahnpaste. — Das angebliche Zahnsteinlösungsvermögen dieser Pasten soll auf den in ihnen enthaltenen Salzen beruhen.

Das Emsolith-Zahnpulver enthält nach Dobbowsky als Grundsubstanz und Schleifmittel Bolus alba. Als Spezifikum gegen Zahnstein ist diesem Pulver Emser Quellen-Salz zugesetzt, das, chemisch gesehen, hauptsächlich aus kohlensaurem Natriumsalz und Natriumchlorid besteht. Das Emsolith ist von Heymann und Rosenthal als zahnsteinlösendes Zahnputzmittel eingeführt worden. Nach den beiden Autoren beruht die Wirkung des Emsoliths auf der eiweißlösenden Kraft des natürlichen Emser-Salzes. Zwei Reagenzglasversuche sollen die Eiweißlösung durch Emser-Salz beweisen: In ein Reagenzglas mit 10 ccm destilliertem Wasser wurde reines Blutfibrin gegeben. In einem anderen Reagenzglas wurde reines Blutfibrin in 10 ccm einer schwachen Lösung von natürlichem Emser-Salz gebracht. Nach Versetzen beider Versuchsflüssigkeiten mit Sulfosalicylsäure entstand in der Emser-Salzlösung ein Niederschlag. Die andere Versuchsflüssigkeit blieb völlig klar. Während also das Blutfibrin in destilliertem Wasser unlöslich ist, vermag ein kleiner Zusatz von natürlichem Emser Salz Fibrin zu lösen. — Der therapeutische Erfolg des Emsoliths beruht also auf der Auflösung des Eiweißgerüstes (Epithelien, Mucin, Fibrin) des Speichelzahnsteins. Zunächst werden durch das Emsolith die an der Oberfläche des Zahnsteins liegenden Eiweißmassen, die ja mit dem Emsolith zuerst in Berührung kommen, aufgelöst. Allmählich werden auch die Eiweißverklebungen der im Innern der Inkrustation gelegenen Detritusmassen untereinander gelockert und vom Zahn und Zahnfleisch abgelöst. Diese Wirkung soll noch dadurch verstärkt werden, daß aus dem Natriumcarbonat des Emser-Salzes beim Zusammentreffen mit Säuren, die sich aus zersetzenden Speiseresten gebildet haben,

Kohlensäure (CO_2) frei wird, welche das Gefüge der organischen Bestandteile im Zahnstein lockern hilft. Durch einfache mechanische Reinigung können die gelockerten Bestandteile des Zahnsteins nunmehr leicht entfernt werden.

Rosenthal will klinisch beobachtet haben, daß bei Verwendung von Emsolith jeder Ansatz von weichem Zahnbelag ausbleibt. Die Bildung von festem Zahnstein wird gehemmt oder eingestellt. Nach und nach weisen die Zähne eine glatte, glänzende Oberfläche auf. Nach den eben gegebenen theoretischen Erörterungen, sowie nach den durch Rosenthal erhobenen klinischen Befunden, möchte ich das Emsolith als Prophylaktikum gegen Zahnstein gelten lassen. Ein „zahnsteinlösendes" Zahnpflegemittel scheint es jedoch nicht zu sein.

Pranschke hat das Emsolith in vitro auf seine zahnsteinlösende und Zahnsteinansatz verhindernde Wirkung geprüft. — Entsprechend der Theorie, welche die Emsolithwirkung erklärt, hat Pranschke Versuche darüber angestellt, ob Emsolith im Stande ist, Detritus auf Zähnen aufzulösen. Seine Versuche basierten auf der Tatsache, daß die Oberfläche von Zähnen, auf deren Schmelz sich Detritusmassen und Bakterienrasen befinden, von Methylenblau intensiv blau gefärbt werden; saubere Zähne dagegen nicht. Wenn Emsolith das organische Gerüst des Zahnsteins zu lösen vermag, können die mit Emsolith präparierten Zähne keine Färbung aufweisen.

Unter Schonung der Detritus- und Bakterienmassen wurden frisch extrahierte Zähne der Länge nach in zwei Teile zersägt. Eine Hälfte wurde in eine physiologische Kochsalzlösung gelegt, während die andere Hälfte in ein Bad mit Emsolith (Lösung von Emsolith in destilliertem Wasser oder in Kochsalzlösung) gebracht wurde. Nach verschiedenen Zeiten (5 Stunden bis 3 Tage) wurden die Zahnhälften unter fließendem Wasser abgespült, einen Augenblick in Methylenblau getaucht und wieder abgespült. Dabei zeigte sich, daß alle Zahnhälften, sowohl die mit physiologischer Kochsalzlösung als auch die mit Emsolith behandelten, eine blaue Farbe angenommen hatten. Selbst die Zähne, die nach 3 Tagen untersucht wurden, wiesen die Blaufärbung auf. Weiter wurden in gleicher Weise vorbereitete Zähne einmal mit Schlämmkreide und Zahnbürste, zum anderen mit Emsolith und Zahnbürste behandelt. Es zeigte sich in beiden Fällen nach Eintauchen in Methylenblau keine Färbung mehr. Also lediglich die mechanische Reinigungskraft der Bürste und des Putzmittels entfernte die Detritus- und Bakterienmassen. — Pranschke hat damit bewiesen, daß das Emsolith nicht im Stande ist, die Detritus- und Bakterienmassen, also das organische Gerüst des Speichelzahnsteins, zu zerstören. Emsolith kann daher nicht zahnsteinlösend wirken. Ebenso

verhindert es die Bildung von neuem Zahnstein nicht mehr, als jedes andere gewöhnliche Zahnputzmittel.

Eine weitere Zahnpaste, die zahnsteinlösende Wirkung haben soll, ist die von Trauner und Wischo angegebene Paste. Als Schleifmittel verwenden die Hersteller in ihrer Paste Bolus alba und Kaolin, da sie annehmen, daß Pasten, die $CaCO_3$ als Putzkörper enthalten, keine zahnsteinlösende Wirkung entfalten können, sondern eher der Zahnsteinbildung Vorschub leisten. — Trauner und Wischo wollen mit chemischen Mitteln die Auflösung der anorganischen Substanz, also des Calciumkarbonats und des Calciumphosphats, erreichen. Sie bauen deshalb ihre Paste auf Grund folgenden chemischen Prinzips auf: „Lassen wir irgend ein Neutralsalz auf ein unlösliches Calciumsalz ($CaCO_3$ oder $Ca_3(PO_4)_2$), dessen Säure mit Calcium eine wasserlösliche Verbindung gibt, einwirken, so tritt ein Teil der Substanz in Lösung, wahrscheinlich unter Komplexbildung, wobei der Effekt nach dem Massenwirkungsgesetz durch die Menge des verwandten Salzes steigernd beeinflußt wird." (Zitiert nach Türkheim.) Mit anderen Worten heißt das: Die wasserunlöslichen Calciumverbindungen des Speichelzahnsteins werden gelöst, wenn auf den Zahnstein ein Stoff einwirkt, der die wasserunlöslichen Calciumsalze in wasserlösliche überführt. Stoffe, die dies erreichen, sind neutrale Salze, deren Säuren mit dem Calcium der Salze des Speichelzahnsteins wasserlösliche Verbindungen ergeben. Trauner und Wischo haben in ihrer Paste als Neutralsalz das benzoesaure Natrium verwandt. Dieses bildet mit dem Calcium des Speichelzahnsteins wasserlösliches Calciumbenzoat. Die gebildeten Komplexsalze werden aus dem Zahnsteingemenge herausgelöst. Das Gefüge des Zahnsteins wird stark gelockert, und schließlich zerbröckelt die ganze Zahnsteinmasse.

In der Theorie ist hier die Bekämpfung des Speichelzahnsteins ideal und erfolgversprechend gelöst. Leider tritt jedoch der gewünschte Effekt in Praxis nicht ein, wie Türkheim durch Versuche, auf die ich noch zu sprechen komme, bewiesen hat.

Die nach Angaben von Rawitzer hergestellte Litho-Paste soll ebenfalls den Zweck erfüllen, den Speichelzahnstein zu lösen. Die Litho-Paste ist auf dem gleichen Prinzip aufgebaut wie die Trauner-Paste. Durch neutrale Salze sollen die wasserunlöslichen Calciumsalze des Speichelzahnsteins in wasserlösliche überführt werden. Als Putzmittel ist aus denselben Gründen wie bei der Trauner-Paste Bolus alba verwandt worden. Um die Wasserlöslichkeit des Calciumphosphats im Zahnstein zu erreichen, hat Rawitzer der Litho-Paste zitronensaure Salze als Neutralsalze beigegeben, während er für die Lösung des Calciumkarbonats im Zahnstein Natriumchlorid und Natriumsulfat als Neutralsalze verwendet. Die zitronensauren Salze bilden wahrscheinlich aus dem

Calciumphosphat ein leicht wasserlösliches Doppelsalz der komplexen Zitronen-Phosphorsäure. Die Wasserlöslichkeit des $CaCO_3$ durch NaCl und Na_2SO_4 wird durch Bildung von $CaCl_2$ und $CaSO_4$ erreicht. — Auch für die Litho-Paste konnten Türkheim und Beck durch ihre Versuche feststellen, daß sie in Praxis keine zahnsteinlösende Wirkung ausübt.

Die älteste der sogenannten „zahnsteinlösenden" Zahnpasten ist das Solvolith von Hermann. Nach Müller-Stade setzt sich die Solvolith-Zahnpaste wie folgt zusammen: Das Karlsbader Sprudelsalz, das chemisch gesehen aus Natriumsulfat und Natrium- und Calciumkarbonat besteht, — nach Sachs besitzt das Karlsbader Salz auch Radioaktivität —, ist der zahnsteinlösende, also wichtigste Bestandteil der Paste. Als Schleifmittel enthält Solvolith von Kieselsäure befreites Calciumkarbonat. Glycerin und neutrale Seifen sind Träger der Pastenform. — In welcher Weise die Auflösung des Zahnsteins durch Solvolith zu denken ist, ob es sich wie beim Emsolith um eine eiweißfällende Wirkung oder wie bei der Trauner- und Litho-Paste um eine Wirkung von Neutralsalzen handelt, habe ich nicht feststellen können.

Dr. Hermann beobachtete bei seinen in Karlsbad zur Kur weilenden Patienten immer wieder ein Lockerwerden und Abbröckeln des Speichelzahnsteins. Er führte dies auf den Gebrauch von Karlsbader Sprudel zurück. Hermann kam nun auf die Idee, das Karlsbader Salz in Form einer Zahnpasta zur Bekämpfung des Zahnsteins heranzuziehen. Das Solvolith, wohl die bekannteste der sogenannten zahnsteinlösenden Zahnpasten, ist aber gleichzeitig die umstrittenste. Die Meinungen, die theoretischen Versuche, sowie die klinischen Beurteilungen divergieren bei den verschiedenen Autoren in weitestem Maße. Sachs, Müller-Stade, Scholle, Latté, Moral, Marks, Jahn, Bloch-Freudenheim, Weidner und Herrenknecht billigen dem Solvolith, mit mehr oder weniger Einschränkungen, eine Einwirkung auf den Zahnstein zu.

Naeslund, Türkheim, v. Hahn, Wittkop, Beck und Kösters sprechen der Solvolith-Paste das Vermögen, Zahnstein zu lösen, ab.

Nach Sachs verhütet Solvolith in höchstem Grade den Ansatz des sich täglich neubildenden Zahnsteins. Schon vorhandener Zahnstein wird bei regelmäßiger Zahnpflege mit Solvolith so weich und mürbe, daß er mühelos abgestoßen werden kann. Größere Mengen von älterem, sehr hartem Zahnstein vermag auch Solvolith nicht mehr zu lösen.

Latté meint, daß Solvolith infolge des Gehaltes an Karlsbader Salz fähig ist, vorhandenen Zahnstein zu erweichen und den Ansatz von neuem Zahnstein zu verhindern.

Jahn hält die Solvolith-Zahnpaste für ein geeignetes Prophylaktikum gegen Zahnsteinansatz, nachdem vorher vorhanden gewesener Zahnstein instrumentell entfernt worden ist.

Herrenknecht sagt, daß nach Gebrauch von Solvolith zur Zahnpflege der Zahnstein weicher wird und leichter entfernbar ist.

Weidner will Solvolith bedingungsweise für einzelne Fälle als Zahnsteinbekämpfungsmittel gelten lassen. Bei regelmäßiger Anwendung von Solvolith glaubt er in etlichen Fällen ein Geringerwerden des Zahnsteins beobachtet zu haben. Es handelte sich jedoch stets um die weichen Formen des Speichelzahnsteins.

Blosch-Freudenheim stellte fest, daß der Zahnstein bei dauerndem Gebrauch von Solvolith weicher wird. Mehr war jedoch auch bei sorgfältigster Anwendung der Paste nicht zu erreichen.

Moral sagt von der Solvolith-Zahnpaste: „Das eine haben viele beobachtet, und ich glaube sagen zu können, daß der neugebildete Zahnstein lockerer wird und leichter entfernbar bleibt. Wenn das auch nicht ein sehr weitgehender Erfolg ist, so sollte man doch, wenn die Möglichkeit sich dazu bietet, eine solche Paste verwenden, welche den anderen gegenüber sicherlich keinen Nachteil hat, da fast sämtliche Zahnpasten nur Cosmetica und einfache Reinigungsmittel sind. (Zitiert nach Müller-Stade.)

Naeslund und v. Hahn lehnen die Möglichkeit der Zahnsteinlösung durch Solvolith strikt ab.

Wittkop hat bei seinen Patienten sowohl als auch im eigenen Munde bei Solvolith-Zahnpflege keine nennenswerten Erfolge beobachten können.

Auf Türkheim, Kösters und Beck, die ebenfalls eine Lösung des Zahnsteins durch Solvolith nicht für möglich halten, komme ich in den folgenden Ausführungen noch näher zu sprechen.

Müller-Stade hat beobachtet, daß bei Zahnpflege mit Solvolith der sich neubildende Zahnstein geringfügig, weich und leicht entfernbar bleibt. Er stellt die Frage, ob man nicht schon von Zahnsteinlösung sprechen darf, wenn der Zahnstein, der vorher sehr hart war, bröckelig und weich wird. Müller-Stade hat mit dem Solvolith experimentelle Versuche unternommen. Drei, bei einem Diabetiker extrahierte Schneidezähne, die fast bis zur Wurzelspitze von dickem Zahnstein, der eine glatte Oberfläche aufwies, inkrustiert waren, wurden in mit Wasser verdünnten und mit Solvolith vermischten Speichel gebracht. Schon nach einigen Stunden war keine glatte Zahnsteinoberfläche mehr vorhanden. Nach zwei Tagen war der harte Zahnstein so erweicht und bröckelig, daß er sich mit dem Fingernagel abschaben

ließ. Derselbe Versuch, mit dem Zahnstein eines anderen Patienten wiederholt, erzielte das gleiche Ergebnis. — Müller-Stade glaubt damit bewiesen zu haben, daß Solvolith Zahnstein selbst in dickeren Schichten zu erweichen, also zu lösen vermag.

Ähnliche experimentelle Versuche, wie die eben geschilderten, wurden von Beck, Türkheim, Kösters und Scholle durchgeführt, allerdings nicht nur mit Solvolith, sondern auch mit einer ganzen Reihe anderer Pasten.

Versuche in vitro von Beck: Große Stücke Speichelzahnstein und extrahierte Zähne mit starkem Zahnsteinansatz wurden mit Zahnreinigungsinstrumenten von allen oberflächlichen, leicht entfernbaren Verunreinigungen gesäubert. Nach Abspülen unter fließendem Wasser und Trocknen mit Hilfe von Spiritus, wurde der Zahnstein gewogen. Dann wurden in Reagenzgläsern 10prozentige Pasten-Suspensionen mit Wasser hergestellt und in diese je ein präpariertes Zahnsteinstück oder ein Zahn mit Zahnsteinansatz hineingebracht. Die Zähne und der Zahnstein wurden bis zu drei Wochen in den Reagenzgläsern belassen und täglich mehrmals kräftig geschüttelt. Zur Kontrolle wurde ein Zahn mit Zahnsteinansatz in ein Reagenzglas mit reinem Wasser gebracht und drei Wochen lang genau wie die anderen Zähne behandelt. Nach 8 Tagen und nach 3 Wochen wurden Zähne und Zahnstein noch vorhergegangenem Trocknen wieder gewogen. Es zeigte sich, daß bei allen Zähnen nach 8 Tagen fast kein Gewichtsverlust und nach 3 Wochen nur eine geringe Gewichtsabnahme eingetreten war, die aber auch im gleichen Verhältnis bei dem Kontrollzahn festgestellt wurde. Der geringe feststellbare Gewichtsverlust bei allen Zähnen ist nach Beck darauf zurückzuführen, daß die im Wasser löslichen Salze des Speichelzahnsteins ausgefallen waren. — Ein Unterschied in der Wirkung der einzelnen Pasten auf den Zahnstein war nicht vorhanden. In der folgenden Tabelle gibt Beck einige Zahlen von seinen Versuchen mit den besonders als „zahnsteinlösend" empfohlenen Zahnpasten bekannt:

Zahn	wog nach der Präparation in g	nach 8 Tagen in Suspension von	betrug das Gewicht in g
1	0,800	Litho	0,798
2	0,727	Biox	0,727
3	0,519	Liphagol	0,515
4	0,815	reines Wasser	0,814
		nach 3 Wochen	
5	0,845	Solvolith	0,813
6	0,828	reines Wasser	0,795

Beck konnte also die Lösung von Speichelzahnstein durch irgend eine der Zahnpasten im Reagenzglasversuch nicht nachweisen.

Türkheim ging bei seinen quantitativ-analytischen Untersuchungen von der Tatsache aus, daß der Hauptbestandteil des Speichelzahnsteins anorganischer Natur ist. Durch eine Lockerung der Calciumkarbonat- und Calciumphosphatmoleküle soll eine Lockerung des Zahnsteins überhaupt eintreten. „Gemäß den vorher gemachten Ausführungen leitete der Gedanke bei den Analysen, daß das Calcium-Lösungsvermögen der Pasten gleichbedeutend sein müßte mit dem Zahnsteinlösungsvermögen." (Zitiert nach Türkheim.)

Versuchsanordnung: Der Zahnstein wurde pulverisiert und bis zur Gewichtskonstanz getrocknet. Je 0,15 gr dieses pulverisierten Zahnsteins wurden in Pastensuspensionen, die aus 1 gr feuchter Paste, gelöst in 15 ccm destilliertem Wasser, bestanden, gebracht. Die Versuchsdauer betrug 3 Tage. Darauf folgte die quantitativ-analytische Errechnung des in Lösung gegangenen Calciums. Die Ergebnisse sind für die „zahnsteinlösenden" Pasten in der folgenden Tabelle zusammengestellt:

Name der Paste	Prozentzahl des aus dem Zahnstein gelösten Ca.
Litho	0,381
Trauner	0,936
Solvolith	1,240
Acident	10,1576
Pepsodont	31,677

Von allen Pasten, abgesehen von der amerikanischen Acident- und Pepsodont-Zahnpaste, wird relativ wenig Calcium gelöst. — Die hohe zahnsteinlösende Wirkung von Acident und Pepsodont beruht auf dem starken Säuregehalt; für die Praxis sind die beiden Pasten deshalb ungeeignet.

In einer zweiten Versuchsreihe hat Türkheim den Calciumgehalt der „zahnsteinlösenden" Pasten analysiert.

Name der Pasten	Der Caciumgehalt d. untersucht. Pasten
Litho	1,061 gr.
Trauner	3,041
Acident	25,55
Pepsodont	27,502
Solvolith	29,967
Kaliklora	33,94

Wenn also die Pasten wirklich nennenswerte zahnsteinlösende Tendenz haben, so müssen sie ein gutes Teil ihrer Energie auf die Lösung ihres eigenen Calciumgehaltes verwenden.

Die Untersuchungen in vitro von Kösters über das Vermögen von Pasten, Zahnstein zu lösen, haben die Versuchsmethodik von Beck zur Grundlage. Der zu den Versuchen dienende Zahnstein wurde zunächst abgespült und gesäubert, dann solange getrocknet, bis das Gewicht konstant blieb. Der so präparierte Zahnstein wurde 5 Minuten bzw. 15 Minuten in eine 25-prozentige Pastensuspension gebracht. Die Versuchslösungen wurden während dieser Zeit mehrmals umgerührt. Gleichzeitig setzte man einen Kontrollversuch, bei dem Zahnstein in der gleichen Menge in destilliertes Wasser gebracht wurde, an. Nach dem Abfiltrieren konnte man für die Zahnsteinmengen, die in den Pastensuspensionen der Pasten A, B, C, D und in destilliertem Wasser gelegen hatten, keine Gewichtsabnahme feststellen. Für den Zahnstein aus der Pastensuspension der Paste E, deren dominierende Eigenschaft, laut der Reklame durch ihre Hersteller, die Lösung des Zahnsteins sein soll, (gemeint ist hier scheinbar das Solvolith!) konnte zwar ein Gewichtsverlust festgestellt werden, der aber so gering ist, — nach 5 Minuten waren von einem Gramm Zahnstein 0,001 gr und nach 15 Minuten 0,0015 gr gelöst — daß ihm in Praxis keine Bedeutung zuzumessen ist. Auch die klinischen Beobachtungen von Kösters über das Zahnsteinlösungsvermögen einiger Pasten zeigten ein negatives Ergebnis. — Wenn man überhaupt die Zahnpasten als Mittel gegen den Zahnstein verwenden will, soll man ihnen, nach Kösters, eine Substanz zusetzen, die die Ausscheidung einer großen Menge dünnflüssigen Speichels veranlaßt, sodaß die Ablagerung von organischen Massen an den Zähnen auf ein Minimum beschränkt wird.

Die experimentellen Versuche von Scholle über die Fähigkeit von Zahnpasten, Zahnstein zu lösen, unterscheiden sich insofern wesentlich von den bisherigen, als er auf die Verhältnisse in der Mundhöhle Rücksicht nimmt, soweit das bei Versuchen in vitro möglich ist. Scholle benutzte zur Herstellung der Pastensuspensionen nicht wie Beck destilliertes Wasser, sondern frisch gewonnenen Speichel. Nach Reinigung der Zahnsteinstücke, sowie der frisch extrahierten Zähne mit Zahnsteinansatz, sowie nach Vernichtung etwaig anhaftender organischer Massen durch Erhitzen in Kaliumpermanganat und nach kräftigem Abspritzen unter der Wasserleitung, wurde das Versuchsmaterial 6 Stunden im Brutschrank vorgetrocknet und bis zur Gewichtskonstanz im Exsiccator belassen. Die so vorbehandelten Versuchsmaterialien, Zahnstein und Zähne mit Zahnsteinansatz, wurden in Pastensuspensionen, die aus 0,1 gr Paste und 2 ccm frischen Speichels hergestellt waren, gebracht und darin bei 37 Grad bis zu

4 Tagen belassen. Die Lösungen wurden mehrmals täglich durchgeschüttelt. Zur Kontrolle diente nur in Speichel gelegter Zahnstein, der im übrigen in gleicher Weise behandelt wurde. Nach 18 Stunden war weder in den Pastensuspensionen, noch in den Kontrollen eine Veränderung zu bemerken. Kleine losgelöste Zahnsteinpartikelchen waren jedoch in der Solvolith-Suspension zu beobachten. Nach weiteren 18 Stunden war der Zahnstein des Zahnes, der in der Solvolith-Suspension gelegen hatte, völlig aufgelöst, während die anderen Versuchsproben noch immer unverändert waren. Nach viertägiger Versuchsdauer wurden die durch Filtration wiedergewonnenen Zahnsteinmassen gereinigt, getrocknet und gewogen. Das Wägungsergebnis, das Aufschluß gibt über das Zahnsteinlösungsvermögen der einzelnen Zahnpasten, gibt Scholle in der folgenden Tabelle wieder.

Zahnpasten	Zahnsteingewicht vor der Behandlung mit Paste	Zahnsteingewicht nach der Behandlung mit Paste
Biox-Ultra	0,245 g	0,245 g = — 0 mg
Chlorodont	0,100 g	0,097 g = — 3 mg
Doramad	0,093 g	0,093 g = — 0 mg
Kaliklora	Zahn + Zahnstein 0,560 g	0,560 g = — 0 mg
Kolynos	0,108 g	0,106 g = — 2 mg
Odol	Zahn + Zahnstein 0,703 g	0,703 g = — 0 mg
Pebeco	0,054 g	0,053 g = — 1 mg
Solvolith	Zahn + Zahnstein 1,176 g	1,089 g = — 87 mg
Kontrolle	Zahn + Zahnstein 1,024 g	1,024 g = – 0 mg

Wie aus der Tabelle ersichtlich, hat Solvolith allein in erheblicher Menge Zahnstein zu lösen vermocht. Den bei verschiedenen anderen Pasten auftretenden Gewichtsdifferenzen mißt Scholle keine Bedeutung bei, da sie im Bereich der Versuchsfehlergrenzen liegen.

Man kann den berechtigten Einwand erheben, daß die experimentellen Versuche den Verhältnissen in der Mundhöhle nur sehr wenig gerecht werden und die Ergebnisse nicht ohne weiteres für die Praxis Geltung haben. Die Einwirkung der Pasten in der Mundhöhle ist von viel geringerer Dauer als die in den Versuchen für nur minimale gelöste Mengen von Zahnstein gebrauchten Zeiten. Sowohl die mechanische Reinigungskraft der Zahnbürste, als aber auch die dauernde Neubildung von Zahnstein sind Faktoren, die bei den Versuchen in vitro außer Acht gelassen wurden. Den Beweis, ob eine Paste in der Lage ist, Zahnstein zu lösen, kann letzten Endes nur die klinische Beobachtung bringen. Man darf aber

auch dabei nicht vergessen, daß die Form, vor allem die Härte, der Zahnbürste und die Intensität der Reinigung die zahnsteinlösende Wirkung der Pasten herabmindern oder unterstützen kann. Da aber solche klinischen Beobachtungen meist bei einer größeren Anzahl von Patienten durchgeführt werden, ist damit die Gewähr gegeben, für die Richtigkeit der Ergebnisse in der Gesamtheit betrachtet; denn das Hauptwirkungsvermögen in Bezug auf die Zahnsteinlösung fällt nicht den Zahnbürsten und der Intensität der Reinigung zu, sondern vielmehr den, in den Zahnpasten enthaltenen zahnsteinlösenden Mitteln.

Eigene klinische Beobachtungen über die zahnsteinlösende Wirkung der Solvolith-Zahnpaste.

Da die Versuche von Scholle gezeigt haben, daß von allen augenblicklich auf dem deutschen Markt befindlichen Zahnpasten nur Solvolith im Stande ist, in vitro Zahnstein zu lösen, so können sich meine klinischen Beobachtungen auf nur diese Paste beschränken; denn es ist nicht anzunehmen, daß Pasten, die im Reagenzglasversuch versagt haben, im Munde Zahnstein lösen.

Die klinischen Beobachtungen habe ich in folgender Weise vorgenommen: Mehrere Patienten, deren Zähne erheblichen Speichelzahnsteinansatz aufwiesen, erhielten zwei Tuben Solvolith-Zahnpaste zur regelmäßigen täglichen Zahnpflege ausgehändigt. Der Speichelzahnstein wurde vorher in jedem Falle auf seine Farbe und durch Druck zwischen den Branschen einer Pinzette auf seine Härte untersucht. Gleichzeitig wurde bei den Patienten, die Solvolith als Zahnpflegemittel erhielten, an einem Zahn der Speichelzahnstein exakt entfernt, um festzustellen, inwieweit Solvolith imstande ist, den Ansatz von neuem Zahnstein zu verhindern. — In der gleichen Weise, wie eben geschildert, habe ich klinische Beobachtungen in der eigenen Mundhöhle durchgeführt. — Nach Verbrauch einer Tube Solvolith habe ich bei allen Patienten, sowie bei mir selbst, die Wirkung auf den Zahnstein untersucht.

Dabei stellte ich fest, daß der sehr harte, alte, braun-dunkelbraune Speichelzahnstein in keiner Weise beeinflußt war. — Der weniger harte, grau-hellbraune Speichelzahnstein war auf der Oberfläche etwas weicher geworden. Eine dünne Schicht ließ sich sehr leicht von der Oberfläche des Zahnsteins abschaben. Die dicken, unteren Schichten des Speichelzahnsteins waren jedoch von der gleichen Konsistenz wie vor Gebrauch des Solvolith's zur Zahnpflege. Eine mengenmäßige Abnahme des Speichelzahnsteins war klinisch nicht festzustellen.

Der grau-weiße, verhältnismäßig neue, weiche und nur sehr schwach von Kalksalzen inkrustierte Speichelzahnstein, der sich vor Gebrauch von Solvolith durch leichten Druck zwischen den Branschen einer Pinzette zerquetschen ließ, war nunmehr so weich, daß man ihn mit den Fingern zu Brei zerreiben konnte. Eine mengenmäßige Abnahme war auch hier klinisch nicht feststellbar.

In allen von mir untersuchten Fällen wiesen die Zähne, von denen ich den Speichelzahnstein instrumentell entfernt hatte, keinen neuen Zahnsteinansatz auf.

Die nächste Untersuchung nahm ich bei allen Patienten nach Verbrauch einer weiteren Tube Solvolith-Zahnpaste vor.

Dabei machte ich wiederum die Feststellung, daß der alte, sehr harte, dunkelbraun verfärbte Speichelzahnstein weder mengenmäßig, noch in seiner Konsistenz eine Änderung erfahren hatte.

Der mäßig harte, grau-hellbraune Speichelzahnstein war wiederum etwas weicher und auch ein wenig bröckelig geworden. Ein Mengenverlust war jedoch auch jetzt klinisch nicht zu verzeichnen.

Der grau-weiße, weiche, nur sehr schwach von Kalksalzen inkrustierte Speichelzahnstein war nunmehr außerordentlich weich und schmierig geworden. In seiner Konsistenz ähnelte er dem gewöhnlichen Detritus. Ein sehr geringer Substanzverlust des Speichelzahnsteins war klinisch feststellbar.

Ferner war auch jetzt wieder an allen Zähnen, die instrumentell vom Speichelzahnstein befreit waren, kein Neuansatz von Inkrustationen vorhanden.

Zusammenfassend kann ich feststellen:

1. Keine der heute auf dem Markt befindlichen Zahnpasten hat eine klinisch zahnsteinlösende Wirkung.
2. Nur die Solvolith-Zahnpaste vermag in vitro Speichelzahnstein zu lösen.
3. Eine klinisch zahnsteinlösende Wirkung besitzt auch die Solvolith-Zahnpaste nicht. — Jedoch werden die weichen Formen des Speichelzahnsteins in ihrer Konsistenz durch Solvolith günstig beeinflußt.
4. Solvolith ist imstande, den Neuansatz von Speichelzahnstein, nach vorhergegangener instrumenteller Entfernung, zu verhindern. Der regelmäßige Gebrauch der Solvolith-Zahnpaste zur Zahnpflege ist eine geeignete prophylaktische Maßnahme gegen die Speichelzahnsteinbildung.

Inwieweit die Solvolith-Zahnpaste einen schädigenden Einfluß auf die Zahnsubstanz und das Zahnfleisch ausüben kann, muß durch weitere Untersuchungen geklärt werden.

Herrn Professor Dr. F l i e g e danke ich für die freundliche Überlassung des Themas und Herrn Dr. B r a m m e r für die Ratschläge bei der Abfassung dieser Arbeit.

Literaturverzeichnis.

1. Bail, Herbert, Über Kalkablagerungen an den Zähnen. Inaugural.-Diss. Halle 1921.
2. Bastyr, Die Zahnbeläge. Scheff's Handbuch. Band 2. 1909.
3. Beck, Leo, Untersuchung über die Beschaffenheit und Wirksamkeit von Zahnpasten. Zeitschr. f. zahnärztl. Materialkunde. 1925. Nr. 4,97.
4. Blosch-Freudenheim, Über Solvolith. Z. R. 26. Nr. 15, 260.
5. Brammer, Friedrich, Histologische Untersuchungen über Konkrementbildungen, insonderheit bei sogenannter Alveolarpyorrhoe. D. M. f. Z. 1926. H. 5, 177.
6. Dobbowsky, Theodor, Untersuchung der gebräuchlichsten Zahnpasten. Zeitschr. f. Stom. 1932. H. 8, 481.
7. Gregor, Mikroskopische Untersuchungen des Putzkörpers in Zahnpasten. In.-Diss. Berlin 1923.
8. Grotte, Friedrich, Über die Gefahren der Zahnputzmittel. Ref. Z. R. 1927. H. 26, 433.
9. Heimerl, Martin, Untersuchungen über die Wirksamkeit und Beschaffenheit von Zahnpasten und Zahnpulvern. In.-Diss. Erlangen 1927.
10. Heinemann, 1. Angeborener Schneidezahn mit Zahnsteinbildung. — 2. Speichelzahnstein im Ductus Whartonianus. D. M. f. Z. 1920. H. 6, 265.
11. Herrenknecht u. Becks, Mundhygiene. Fortschr. 4. 1. Teil. 736.
12. Heymann u. Rosenthal, Untersuchungen zur Prophylaxe und Therapie des Zahnsteins. Z. R. 1924.
13. Jahn, Solvolith in der Kinderpraxis. Z. R. 1934. H. 37.
14. Jung, Die Schleifmittel unserer Zahnpulver. Dtsch. zahnärztl. Ztg Nr. 186, 187.
15. Kantorowicz, Klin. Zahnheilkunde. 1. Band, 395. Über Zahnstein.
16. Kösters, Maria, Über die Wirkung einiger Zahnpasten. D. M. f. Z. 1930. H. 1.
17. Latté, Mundpflege mit Solvolith. Z. R. 1927. Nr. 37.
18. Major, Emil, Zum Zahnbürstenproblem. Korresp. Bl. f. Zahnärzte. 1930. H. 11, 450.
19. Mamlok, Radioaktive Substanzen im Dienste biologischer Mundpflege. Z. R. 1929. Nr. 46.
20. Modi, Einige Betrachtungen über das Kauen von Pan-Supari, über Bavalstäbchen als Zahnbürste und über den Gebrauch von Zahnpaste als Zahnputzmittel. Z. R. 1928.
21. Müller-Stade, Solvolith — ein Therapeutikum. Z. R. 1926. H. 8.
22. Naeslund, Karl, Experimentelle Studien über Zahnpflegemittel. Paradentium. 1930. H. 5, 149.
23. Polland, Chlorsaures Kali in Pastenform zur Pflege und Behandlung der Mundschleimhaut. Wiener Med. Wochenschr. 1926. Nr. 49.
24. Pranschke, Über das Emsolith und seine Wirkung. Z. R. 1925. H. 51, 806.
25. Priester, Erich, Zahn- und Mundpflege auf neuzeitlicher Grundlage. D. M. f. Z. 1928. H. 20, 1089.
26. Rebel, Konservierende Zahnheilkunde im Port-Euler, Lehrbuch der Zahnheilkunde. S. 519.
27. Rosenthal, Betti. Über den Wirkungsmechanismus des natürlichen Emser-Salzes bei der Bekämpfung des Zahnsteins und der Alveolarpyorrhoe. Z. R. 1925. H. 3, 39.

28. Sachs, Hans, Der Zahnstein. Handbuch der Zahnheilkunde. 2. Band, S. 433. — Beiträge zur Kenntnis von Bildung des Zahnsteines und ihrer Verhütung. D. M. f. Z. 1914. H. 2. — Moderne Mundhygiene auf biologischer Grundlage. Z. R. 1924. H. 20.
29. Schoenbeck, Mikroskopische Untersuchungen von Zahnpasten. Dtsch. zahnärztl. Ztg. 1914, Nr. 25. — Einige Bemerkungen zum Zahnsteinlösungsvermögen der Zahnpasten. Z. R. 1924. H. 28, 353.
30. Scholle, Meinolf, Experimenteller Beitrag zur Eignung verschiedener Zahnpasten als Zahnputzmittel. In.-Diss. Marburg 1932.
31. Trauner u. Wischo, Zahnsteinbekämpfung und Mundpflege. Zeitschr. für Stom. 1920, H. 10, 404.
32. Türkheim, Untersuchungen über das Zahnsteinlösungsvermögen der gebräuchlichen Zahnpasten. Z. R. 1924. H. 26, 325.
33. Weidner, Zahnreinigung und Zahnsteinentfernung. Z. R. 1919. Nr. 1.
34. Wendt-Dimkowa, Experimentelle Untersuchungen über die Kolynos-Zahnpaste. D. Z. W. 1931. H. 5.
35. Wittkop, Über Zahnsteinbildung. Z. R. 1922. Nr. 30, 31, 32.

Lebenslauf.

Am 20. Oktober 1911 wurde ich, Artur Brünger, als Sohn des Reichsbahnlademeisters Heinrich Brünger und seiner Ehefrau Luise, geb. Meyer, in Herford/Westfalen geboren. Nach vierjährigem Grundschulbesuch trat ich in die Sexta der Landwirtschafts- und Realschule in Herford ein. Am 2. März 1933 legte ich die Reifeprüfung an der staatlichen Oberrealschule zu Detmold ab. Das Studium der Zahnheilkunde begann ich im S.-S. 1933 an der Universität in Marburg, wo ich am 2. November 1934 die zahnärztliche Vorprüfung bestand. Im W.-S. 1934/35 studierte ich an der Universität in Breslau. Die drei letzten klinischen Semester war ich wiederum an der Universität in Marburg immatrikuliert, wo ich am 17. November 1936 die zahnärztliche Prüfung bestand. Am 19. Dezember 1936 erhielt ich die Approbation als Zahnarzt. Vom 1. Dezember 1936 bis zum 1. März 1937 habe ich in der prothetischen Abteilung des zahnärztlichen Instituts zu Marburg famuliert. Seit Mitte November 1936 war ich mit Anfertigung der vorliegenden Arbeit beschäftigt.

Meine akademischen Lehrer waren:

In Marburg: Baumann, Baur †, Boeminghaus, Dittler, Elbrecht, Fliege, Göppert, Grüneisen, Kunzendorf, Meerwein, Pfannenstiel, von Reckow, Rix, Ruete, Seidel †, Schwenkenbecher, Versé.

In Breslau: Euler, Greve, Hübner, Mathias, Severin.